

**Sensor system for vehicle**

**Patent number:** DE10145698  
**Publication date:** 2002-05-23  
**Inventor:** ISHIZAKI TATSUYA (JP); NAGATOMI KAORU (JP)  
**Applicant:** HONDA MOTOR CO LTD (JP)  
**Classification:**  
- **international:** B60R21/01; B60R21/34; B62D25/10; B60R21/32  
- **european:** B60R21/01C6; B60R21/34  
**Application number:** DE20011045698 20010917  
**Priority number(s):** JP20000284289 20000919

**Also published as:**

 US6600412 (B2)  
 US2002033755 (A)  
 JP2002087204 (A)

**Report a data error** [here](#)

Abstract not available for DE10145698

Abstract of corresponding document: **US2002033755**

A vehicular sensor system of the present invention includes a plurality of bumper sensors mounted to a front bumper of a vehicle in a spaced relationship in a widthwise direction thereof, and a controller for controlling operations of two actuators for lifting up a trailing end of a hood responsive to output signals from the bumper sensors. The controller converts accelerations, detected by the respective bumper sensors, into deformation speeds, with the deformation speeds, associated with the sensors which are adjacent to one another, being added. When an added deformation speed exceeds a predetermined threshold level, the controller controls the actuators to be initiated.

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

DOCKET NO.:  
APPL. NO.:  
APPLICANT:

Fleming and Greenberg, P.A.  
P.O. Box 5480  
Hollywood, FL 33025  
Tel: (305) 925-1100

THIS PAGE BLANK (USPTO)

DOCKET NO.: S3-04P03410

APPLIC. NO.:

APPLICANT: Klaus Heimerl, et al.

Lerner and Greenberg, P.A.

P.O. Box 2480

Hollywood, FL 33022

Tel.: (954) 925-1100



## Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Sensorsystem, mit dessen Hilfe die Motorhaube um einen vorgegebenen Betrag hochgeklappt werden kann oder ein in der Nähe der Motorhaube vorgesehener Motorhauben-Airbag entfaltet werden kann, um den Aufprall oder die Erschütterung eines Objekts zu dämpfen, das in der Folge eines Frontalzusammenstoßes mit einem Fahrzeug auf die Motorhaube aufschlägt, d. h. ein zweites Mal mit dem Fahrzeug kollidiert.

[0002] Zu diesem Zweck wurde zum Beispiel in der japanischen Patentveröffentlichung HEI-8-216826 von Kokai ein Sensorsystem für den Airbag einer Motorhaube vorgeschlagen, um die Wucht des Aufpralls eines Objekts auf die Motorhaube zu verringern, wenn das Objekt nach einer Kollision mit dem Fahrzeug hochgeschleudert wird und auf die Motorhaube aufschlägt.

[0003] Bei einem solchen Sensorsystem wird die bei der Kollision eines Fahrzeugs mit einem Objekt in horizontaler und frontalener Richtung auftretende Stoßkraft mit Hilfe eines einzigen Stoßfängersensors erfasst, der in Richtung der Breitseite des Fahrzeugs im wesentlichen in einem zentralen Bereich des vorderen Stoßfängers montiert ist. Nach dem Empfang von Ausgangssignalen, die von dem einen solchen Stoßfängersensor aufweisenden Sensorsystem für einen Motorhauben-Airbag erzeugt werden, kommt ein Steuergerät zum Einsatz, das den Motorhauben-Airbag aktiviert.

[0004] Eine Schwierigkeit bei diesem Motorhauben-Airbagssystem ist allerdings, dass die Stoßbelastung des Objekts insbesondere dann nicht genau erfasst wird, wenn die Kollision zwischen dem Objekt und dem Stoßfänger an einer Stelle stattfindet, die hinsichtlich der Position des Stoßfängersensors verschoben ist. Würde man diesem Problem mit einer größeren Anzahl vorgesehener Lastsensoren oder Verschiebungssensoren an vorderen Stoßfängern begegnen, ließen sich zwar die Last- oder Verschiebungswerte genau ermitteln, doch wäre dies mit hohen Herstellungskosten und geringerer Produktivität verbunden.

[0005] Damit liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Fahrzeugsensorsystem zu schaffen, welches mit einer geringeren Anzahl an Sensoren eine höhere Unterscheidungsgenauigkeit hinsichtlich eines Objekts ermöglicht.

[0006] Nach einem Aspekt der vorliegenden Erfindung wird ein Fahrzeugsensorsystem zur Verfügung gestellt, das auf die Kollision eines Objekts mit dem vorderen Stoßfänger eines Fahrzeugs derart reagiert, dass entweder das hintere Ende der Motorhaube des Fahrzeugs hochgeklappt wird oder ein in der Nähe der Motorhaube vorgesehener Motorhauben-Airbag entfaltet wird, wobei dieses Fahrzeugsensorsystem eine Vielzahl von Stoßfängersensoren aufweist, die in Richtung der Fahrzeugbreite in voneinander beabstandeten Positionen an dem vorderen Stoßfänger montiert sind, und ein Steuergerät, das die von den jeweiligen Stoßfängersensoren erfassten Signale in Deformationsgeschwindigkeiten umwandelt, wobei die den einander benachbarten Stoßfängersensoren zugeordneten Deformationsgeschwindigkeiten addiert werden, um eine Steuerung dahingehend zu bewirken, dass entweder das hintere Ende der Motorhaube hochgeklappt wird oder die Entfaltung des Airbag ausgelöst wird, wenn das Ergebnis der Addition einen vorgegebenen Schwellenwert übersteigt.

[0007] Selbst wenn das Objekt zwischen zwei benachbarten Stoßfängersensoren mit dem Fahrzeug kollidiert, erhält man bei dieser Anordnung durch die Addition von zwei Deformationsgeschwindigkeiten ein Ergebnis, das die höhere Deformationsgeschwindigkeit widerspiegelt, so dass diese höhere Deformationsgeschwindigkeit sogar in dem Fall erreicht wird, in dem die Aufprallposition des Objekts hin-

sichtlich der jeweiligen Stoßfängersensoren verlagert ist. Dadurch wird eine Verschlechterung der Unterscheidungsleistung hinsichtlich eines Objekts verhindert.

[0008] Es ist wünschenswert, dass das Steuergerät einen ersten Deformationsgeschwindigkeits-Detektor zur Umwandlung eines von einem in Richtung der Breite des Stoßfängers auf dessen einer Seite vorgesehenen ersten Stoßfängersensors erfassten Signals in eine erste Deformationsgeschwindigkeit aufweist, einen zweiten Deformationsgeschwindigkeits-Detektor zur Umwandlung eines von einem zweiten Stoßfängersensor, der im wesentlichen in einem zentralen Bereich des Stoßfängers montiert ist, erfassten Signals in eine zweite Deformationsgeschwindigkeit, einen dritten Deformationsgeschwindigkeits-Detektor zur Umwandlung eines von einem dritten Stoßfängersensor, der in Breiteneinstellung auf der anderen Seite des vorderen Stoßfängers montiert ist, erfassten Signals in eine dritte Deformationsgeschwindigkeit, eine erste Additionseinrichtung zum Addieren der von dem ersten und dem zweiten Deformationsgeschwindigkeits-Detektor jeweils erfassten ersten und zweiten Deformationsgeschwindigkeit, eine zweite Additionseinrichtung zum Addieren der von dem zweiten und dem dritten Deformationsgeschwindigkeits-Detektor jeweils erfassten zweiten und dritten Deformationsgeschwindigkeit, 25 einen ersten Vergleicher für den Vergleich der von der ersten Additionseinrichtung ersten aufsummierten Deformationsgeschwindigkeit mit einem vorgegebenen Schwellenwert, einen zweiten Vergleicher für den Vergleich einer von der zweiten Additionseinrichtung zweiten aufsummierten Deformationsgeschwindigkeit mit dem vorgegebenen Schwellenwert übersteigt.

[0009] Da die erfassten Deformationsgeschwindigkeiten von der ersten und von der zweiten Additionseinrichtung aufsummiert und mit Hilfe des ersten und des zweiten Vergleichers jeweils verglichen werden und da der Betätigungs-diskriminator zur Unterscheidung auf der Basis der verglichenen Deformationsgeschwindigkeiten dient, ist mit dieser Anordnung eine genaue Unterscheidung hinsichtlich des Aufpralls des Objekts auch dann möglich, wenn die Kollision mit dem Objekt zwischen dem ersten und dem zweiten Stoßfängersensor erfolgt, so dass eine Verbesserung der Unterscheidungsgenauigkeit hinsichtlich des Aufpralls des Objekts sogar mit einer geringeren Anzahl an Stoßfängersensoren erreicht wird.

[0010] Vorzugsweise erfolgt durch das Steuergerät eine Steuerung dahingehend, dass entweder das Hochklappen des hinteren Endes der Motorhaube oder aber die Entfaltung des Motorhauben-Airbag eingeleitet wird, wenn die von den jeweiligen Stoßfängersensoren erfassten Signale in Deformationsgeschwindigkeiten umgewandelt und die den einander benachbarten Stoßfängersensoren zugeordneten Deformationsgeschwindigkeiten addiert werden und wenn das Ergebnis dieser Addition den ersten vorgegebenen Schwellenwert übersteigt und wenn die jeweiligen Deformationsgeschwindigkeiten in jeweilige Deformationsbeträge bzw. Deformationsgrößen umgewandelt werden und die beiden Deformationsgrößen addiert werden und das Ergebnis dieser Addition den zweiten vorgegebenen Schwellenwert übersteigt.

[0011] In einer bevorzugten Form enthält das Steuergerät einen ersten Deformationsgeschwindigkeits-Detektor für die Umwandlung des von einem ersten Stoßfängersensor, der in Breiteneinstellung auf einer Seite des Stoßfängers mon-

tiert ist, erfassen Signals in eine erste Deformationsgeschwindigkeit, einen zweiten Deformationsgeschwindigkeits-Detektor für die Umwandlung des von einem zweiten Stoßfängersensor, der auf der anderen Seite des Stoßfängers montiert ist, erfassen Signals in eine zweite Deformationsgeschwindigkeit, eine erste Additionseinrichtung zum Addieren der von dem ersten und von dem zweiten Deformationsgeschwindigkeits-Detektor jeweils erfassenen ersten und zweiten Deformationsgeschwindigkeit, einen ersten Vergleicher für den Vergleich der von der ersten Additionseinrichtung ersten aufsummierten Deformationsgeschwindigkeit mit einem ersten vorgegebenen Schwellenwert, einen ersten Deformationsgrößen-Detektor zur Umwandlung einer von dem ersten Deformationsgeschwindigkeits-Detektor umgewandelten ersten Deformationsgeschwindigkeit in eine erste Deformationsgröße, einen zweiten Deformationsgrößen-Detektor für die Umwandlung einer von dem zweiten Deformationsgeschwindigkeits-Detektor umgewandelten zweiten Deformationsgeschwindigkeit in eine zweite Deformationsgröße, eine zweite Additionseinrichtung zum Addieren der von dem ersten und von dem zweiten Deformationsgrößen-Detektor jeweils umgewandelten ersten und zweiten Deformationsgröße, einen zweiten Vergleicher für den Vergleich einer von der zweiten Additionseinrichtung aufsummierten Deformationsgröße mit einem zweiten vorgegebenen Schwellenwert und einen Betätigungsdiskriminator, der entweder das Hochklappen des hinteren Endes der Motorhaube oder die Entfaltung des Motorhauben-Airbag einleitet, wenn die mit Hilfe des ersten Vergleichers verglichene aufsummierte Deformationsgeschwindigkeit den ersten Schwellenwert übersteigt und wenn die mit Hilfe des zweiten Vergleichers verglichene aufsummierte Deformationsgeschwindigkeit den zweiten Schwellenwert übersteigt.

[0012] Wenn das Objekt zwischen dem ersten und dem zweiten Stoßfängersensor mit dem Stoßfänger kollidiert, führt der Betätigungsdiskriminator bei dieser Anordnung die notwendige Unterscheidung auf der Grundlage der mit Hilfe des ersten Vergleichers verglichenen Deformationsgeschwindigkeit und der mit Hilfe des zweiten Vergleichers verglichenen Deformationsgröße durch. Dadurch wird mit einer reduzierten Anzahl an Sensoren eine genaue Unterscheidung hinsichtlich einer Kollision mit einem Objekt ermöglicht.

[0013] Weitere Aufgaben und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus deren nachfolgender Beschreibung anhand einer bevorzugten Ausführungsform im Zusammenhang mit den anliegenden Zeichnungen. Darin zeigt:

[0014] Fig. 1 eine perspektivische Darstellung eines Fahrzeugs, das mit einem Motorhauben-Sensorsystem gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ausgestattet ist:

[0015] Fig. 2 eine Seitenansicht des Fahrzeugs von Fig. 1, wobei die Relation zwischen den Stoßfängersensoren, dem Steuergerät und den Betätigungsorganen dargestellt ist;

[0016] Fig. 3 ein Blockdiagramm der elektrischen Schaltung des in Fig. 2 gezeigten Steuergeräts;

[0017] Fig. 4 ein Flussdiagramm, das die Grundoperationsfolge des in Fig. 3 gezeigten Steuergeräts zeigt;

[0018] Fig. 5 eine graphische Darstellung der Deformationsgeschwindigkeit oder Deformationsgröße im Verhältnis zur Entfernung zwischen der Aufprallposition und einem Stoßfängersensor, wenn die Kollision zwischen Objekt und Stoßfänger in einem Bereich zwischen zwei getrennten Stoßfängersensoren erfolgt;

[0019] Fig. 6A eine schematische Darstellung der Kollision eines Objekts mit einem vorderen Stoßfänger dicht an einem der Sensoren eines benachbarten Sensorpaars;

[0020] Fig. 6B eine graphische Darstellung der Deforma-

tionsgeschwindigkeit im Verhältnis zu dem Zeitintervall während eines solchen Zustands;

[0021] Fig. 7A eine schematische Darstellung der Kollision eines Objekts mit einem vorderen Stoßfänger annähernd in der Mitte zwischen zwei benachbarten Stoßfängersensoren;

[0022] Fig. 7B eine graphische Darstellung der Deformationsgeschwindigkeit im Verhältnis zu dem Zeitintervall während eines solchen Zustands;

[0023] Fig. 8 ein Blockdiagramm der elektrischen Schaltung eines Steuergeräts eines Fahrzeugsensorsystems gemäß einer zweiten Ausführungsform der Erfindung;

[0024] Fig. 9 ein Flussdiagramm der Grundoperationsfolge des Steuergeräts von Fig. 8;

[0025] Fig. 10A eine graphische Darstellung der Deformationsgröße im Verhältnis zu einem Zeitintervall in einem Fall, in dem das Objekt in der Nähe eines der Stoßfängersensoren mit dem Stoßfänger kollidiert;

[0026] Fig. 10B das in Fig. 10A dargestellte Verhältnis in einem Fall, in dem die Kollision zwischen dem Objekt und dem vorderen Stoßfänger im wesentlichen in einem zentralen Bereich des Stoßfängers stattfindet;

[0027] Fig. 11 eine perspektivische Ansicht eines Fahrzeugs zur Darstellung eines Falles, in dem zur Dämpfung des Aufpralls bei einer Folgekollision des Objekts mit der Motorhaube in deren Nähe ein Airbag vorgesehen ist.

[0028] Nachstehend ist lediglich eine Ausführungsbeispiel der Erfindung beschrieben, wodurch weder die Erfindung selbst noch ihre Anwendung oder Benutzung eingeschränkt werden.

[0029] In Fig. 1 ist ein Fahrzeug 10 gezeigt, das einen vorderen Stoßfänger 12, eine Motorhaube 13, eine vordere Windschutzscheibe 16, ein Vorderradpaar 19, ein Fahrzeugsensorsystem 20, einen in Breitenrichtung des vorderen Stoßfängers 12 auf dessen einer Seite montierten ersten Stoßfängersensor 21A, einen in Breitenrichtung des vorderen Stoßfängers 12 im wesentlichen in dessen mittlerem Bereich montierten zweiten Stoßfängersensor 21B, einen in Breitenrichtung des vorderen Stoßfängers 12 auf dessen anderer Seite montierten Stoßfängersensor 21C, ein Steuergerät 30 und Betätigungsorgane 40, 40 aufweist.

[0030] In Fig. 2 ist das Fahrzeugsensorsystem 20 aus den drei Stoßfängersensoren 21A bis 21C, die an dem vorderen Stoßfänger 12 montiert sind, dem Steuergerät 30, das Informationen von den Sensoren 21A bis 21C erhält, und den Betätigungsorganen 40, 40 gebildet, die in Reaktion auf die Signale aus dem Steuergerät 30 tätig werden und das hintere Ende der Motorhaube 13 um einen vorgegebenen Betrag hochklappen. Eine Kollision zwischen einem Objekt O und dem vorderen Stoßfänger 12 wird von dem ersten, dem zweiten und dem dritten Sensor 21A, 21B und 21C erfasst, woraufhin die Motorhaube 13 hochgeklappt wird, um den zweiten Aufprall, d. h. die Kollision des Objekts O mit der Motorhaube 13 zu dämpfen. Die drei Sensoren 21A bis 21C enthalten jeweils Beschleunigungssensoren zur Erfassung der Beschleunigungsgrade in Form von Signalen.

[0031] Das in Fig. 3 gezeigte Steuergerät 30 wandelt Beschleunigungssignale, die von der Vielzahl von Stoßfängersensoren 21A bis 21C geliefert werden, in jeweilige Deformationsgeschwindigkeiten um, wobei auf die einander benachbarten Sensoren der vorgenannten Stoßfängersensoren 21A bis 21C bezogenen Deformationsgeschwindigkeiten addiert werden, um die Betätigungsorgane dahingehend zu steuern, dass diese das Hochklappen des hinteren Endes der Motorhaube 13 bewirken, wenn das Ergebnis der Addition einen vorgegebenen Schwellenwert übersteigt.

[0032] Das Steuergerät 30 enthält drei Deformationsgeschwindigkeits-Detektoren 31A bis 31C zur Umwandlung

der von den drei Stoßfängersensoren 21A bis 21C erfasssten Beschleunigungsgrade in jeweilige Deformationsgeschwindigkeiten, eine erste Additionseinrichtung 32A zum Addieren der von dem ersten und von dem zweiten Deformationsgeschwindigkeits-Detektor 31A und 31B umgewandelten Deformationsgeschwindigkeiten, eine zweite Additionseinrichtung 32B zum Addieren der von dem zweiten und von dem dritten Deformationsgeschwindigkeits-Detektor 31B und 31C umgewandelten Deformationsgeschwindigkeiten, einen ersten Vergleicher 33A zum Vergleichen einer von der ersten Additionseinrichtung 32A ersten aufsummierten Deformationsgeschwindigkeit mit einem vorgegebenen Schwellenwert  $V_{th}$ , einen zweiten Vergleicher 33B zum Vergleichen einer von der zweiten Additionseinrichtung 32B zweiten aufsummierten Deformationsgeschwindigkeit mit dem vorgegebenen Schwellenwert  $V_{th}$  und einen Betätigungsdiskriminator 34 für die Aktivierung der Betätigungsorgane 40, 40, wenn eine der aufsummierten Deformationsgeschwindigkeiten, die mit Hilfe des ersten und des zweiten Vergleichers 33A und 33B verglichen wurden, den Schwellenwert  $V_{th}$  übersteigt.

[0033] Da die vorgenannten Deformationsgeschwindigkeiten von der ersten und von der zweiten Additionseinrichtung 32A und 32B addiert werden und da die erste und die zweite aufsummierte Deformationsgeschwindigkeit mit Hilfe des ersten und des zweiten Vergleichers 33A und 33B verglichen und nach diesem Vergleich einer Unterscheidung durch den Betätigungsdiskriminator 34 unterzogen werden, lässt sich präzise unterscheiden, ob ein Objekt O anwesend ist oder nicht, und zwar auch in dem Fall, in dem das Objekt O (siehe Fig. 2) an einer zwischen dem ersten und dem zweiten Stoßfängersensor 21A und 21B liegenden Stelle oder aber auch an einer anderen Stelle, die zwischen dem zweiten und dem dritten Stoßfängersensor 21B und 21C liegt, mit dem vorderen Stoßfänger kollidiert. Das heißt, dass die Unterscheidungsgenauigkeit hinsichtlich eines anwesenden Objekts O wie gezeigt sogar mit einer geringeren Anzahl vorhandener Sensoren 21A bis 21C verbessert werden kann (siehe Fig. 2).

[0034] Im Folgenden wird Grundoperationsfolge des Steuergeräts 30 der bevorzugten Ausführungsform unter Bezugnahme auf das Flussdiagramm von Fig. 4 im Detail erläutert.

ST 100: (ST = Schritt) Der erste Stoßfängersensor 21A liest den Beschleunigungsgrad des vorderen Stoßfängers 12 aus.

ST 101: Der erste Deformationsgeschwindigkeits-Detektor 31A berechnet die erste Deformationsgeschwindigkeit  $V_1$  aus dem Beschleunigungsgrad.

ST 102: Der zweite Stoßfängersensor 21B liest den Beschleunigungsgrad des vorderen Stoßfängers 12 aus.

ST 103: Der zweite Deformationsgeschwindigkeits-Detektor 31B berechnet die zweite Deformationsgeschwindigkeit  $V_2$  aus dem Beschleunigungsgrad.

ST 104: Der dritte Stoßfängersensor 21C liest den Beschleunigungsgrad des vorderen Stoßfängers 12 aus.

ST 105: Der dritte Deformationsgeschwindigkeits-Detektor 31C berechnet die dritte Deformationsgeschwindigkeit  $V_3$  aus dem Beschleunigungsgrad.

ST 106: Die erste Additionseinrichtung 32A addiert die erste und die zweite Deformationsgeschwindigkeit  $V_1$  und  $V_2$  zu einer ersten aufsummierten Deformationsgeschwindigkeit  $V_{z1}$ .

ST 107: Die zweite Additionseinrichtung 32B addiert die zweite und die dritte Deformationsgeschwindigkeit  $V_2$  und  $V_3$  zu einer zweiten aufsummierten Deformationsgeschwindigkeit  $V_{z2}$ .

ST 108: Der Betätigungsdiskriminator 34 unterscheidet, ob die erste aufsummierte Deformationsgeschwindigkeit  $V_{z1}$

einen vorgegebenen Schwellenwert  $V_{th}$  übersteigt oder ob die zweite aufsummierte Deformationsgeschwindigkeit  $V_{z2}$  diesen Schwellenwert  $V_{th}$  übersteigt ( $V_{z1} \geq V_{th}$  oder  $V_{z2} \leq V_{th}$ ). Bei "JA" folgt Schritt ST 109 und bei "NEIN" kehrt

5 das Programm zum Anfangsschritt zurück.

ST 109: Der Betätigungsdiskriminator 34 erzeugt ein Betätigungssignal, wodurch die Betätigungsorgane 40, 40 aktiviert werden.

[0035] Fig. 5 ist eine graphische Darstellung des Limits 10 für die Entfernung, bis zu welcher die Deformationsgeschwindigkeiten oder die Deformationsgrößen noch erfasst werden können, falls die Aufprallpositionen des Objekts 15 hinsichtlich der Positionen der Stoßfängersensoren versetzt sind. An der Abszisse ist die Entfernung zwischen Aufprallposition und Stoßfängersensor angegeben, während an der Ordinate die Deformationsgeschwindigkeit oder die Deformationsgröße angegeben sind.

[0036] Die Abnahme der Deformationsgeschwindigkeit 20 erfolgt im wesentlichen linear mit der zunehmenden Entfernung der Aufprallposition von den Stoßfängersensoren. Ähnlich verläuft auch die Abnahme der Deformationsgröße 25 im wesentlichen linear mit der zunehmenden Entfernung der Aufprallposition von den Stoßfängersensoren. Angenommen, die kritische Entfernung, bis zu welcher die Deformationsgeschwindigkeiten oder die Deformationsgrößen noch erfassbar sind, ist mit  $D_s$  angegeben, so variiert der Wert der kritischen Distanz  $D_s$  in einem Bereich von etwa 500 bis 700 mm.

[0037] Fig. 6A ist eine schematische Darstellung zur Veranschaulichung einer Aufprallsituation des Objekts O, das man an einer zwischen dem ersten und dem zweiten Stoßfängersensor 21A und 21B in der Nähe des ersten Stoßfängersensors 21A liegenden Stelle mit dem vorderen Stoßfänger 12 kollidieren lässt, während Fig. 6B das Verhältnis zwischen Deformationsgeschwindigkeit und Zeit während der vorgenannten Kollision darstellt.

[0038] In Fig. 6B ist die erste Deformationsgeschwindigkeit  $V_1$  eine Deformationsgeschwindigkeit, die sich aus dem von dem ersten Stoßfängersensor 21A erfassten Beschleunigungsgrad berechnet, und die ermittelte Deformationsgeschwindigkeit bleibt auf einem niedrigen Wert, weil die Kollisionsposition des Objekts O von dem zweiten Stoßfängersensor 21B versetzt ist.

[0039] Fig. 7A ist eine schematische Darstellung zur Veranschaulichung einer Aufprallsituation eines Objekts O, das man an einer zwischen dem ersten und dem zweiten Stoßfängersensor 21A und 21B liegenden Stelle mit dem vorderen Stoßfänger 12 kollidieren lässt, während Fig. 7B in einer graphischen Darstellung das Verhältnis zwischen Deformationsgeschwindigkeit und Zeit während der vorgenannten Kollision zeigt.

[0040] In Fig. 7B ist die erste Deformationsgeschwindigkeit  $V_1$  eine Deformationsgeschwindigkeit, die aus dem von dem ersten Stoßfängersensor 21A erfassten Beschleunigungsgrad berechnet wird, und die zweite Deformationsgeschwindigkeit  $V_2$  ist eine Deformationsgeschwindigkeit, die aus dem von dem zweiten Stoßfängersensor 21B erfassten Beschleunigungsgrad berechnet wird. Läßt man das Objekt O an einer zwischen dem ersten und dem zweiten Stoßfängersensor 21A und 21B liegenden Stelle mit dem vorderen Stoßfänger kollidieren, bleibt die berechenbare Deformationsgeschwindigkeit etwa auf einem mittleren Wert, wobei die erste und die zweite Deformationsgeschwindigkeit  $V_1$  und  $V_2$  im wesentlichen den gleichen Wert beibehalten.

[0041] Indem man aber die erste und die zweite Deformationsgeschwindigkeit  $V_1$  und  $V_2$  addiert, ergibt sich für die Deformationsgeschwindigkeit zwischen dem ersten und dem zweiten Stoßfängersensor 21A und 21B ein hoher

Wert.

[0042] Hier lässt ein Vergleich zwischen den Graphen der Fig. 6B und 7B erkennen, dass die erste und die zweite Beschleunigungs-Deformationsgeschwindigkeit  $Vz1$  und  $Vz2$  im wesentlichen den gleichen Wert aufweisen und dass durch das Addieren der ersten Deformationsgeschwindigkeit  $V1$  und der zweiten Deformationsgeschwindigkeit  $V2$  die Deformationsgeschwindigkeit so behandelt werden kann, als bliebe sie ungeachtet der Aufprallposition des Objekts  $O$  im wesentlichen auf einem konstanten Wert, vorausgesetzt dass die Aufprallposition eine Position zwischen dem ersten Stoßfängersensor 21A und dem zweiten Stoßfängersensor 21B ist. Da die erste aufsummierte Deformationsgeschwindigkeit  $Vz1$ , die durch die Addition der ersten Deformationsgeschwindigkeit  $V1$  und der zweiten Deformationsgeschwindigkeit  $V2$  gebildet wird, einen Wert besitzt, der höher ist als der jeweilige Wert der ersten Deformationsgeschwindigkeit  $V1$  und der zweiten Deformationsgeschwindigkeit  $V2$ , heißt das, dass sogar im Falle einer hinsichtlich der jeweiligen Sensoren 21A und 21B versetzten Aufprallposition des Objekts  $O$  eine höhere Deformationsgeschwindigkeit erreichbar ist, wodurch eine Verschlechterung der Unterscheidungsleistung verhindert wird.

[0043] Das Blockdiagramm von Fig. 8 zeigt die elektrische Schaltung einer Motorhauben-Betätigungs vorrichtung 60, die als Fahrzeugsensorsystem einer zweiten bevorzugten Ausführungsform der Erfindung dient.

[0044] Die Motorhauben-Betätigungs vorrichtung 60 der zweiten bevorzugten Ausführungsform enthält zwei Stoßfängersensoren 61A, 61B, die in Richtung der Breite des Fahrzeugs an beiden Seitenbereichen eines vorderen Stoßfängers montiert sind, und eine Steuergerät 70, welches die Betätigungsorgane 40, 40 dahingehend steuert, dass aufgrund des Betriebs der beiden Stoßfängersensoren 61A, 61B das hintere Ende der Motorhaube 13 hochgeklappt wird.

[0045] Das Steuergerät 70 wandelt von dem ersten und von dem zweiten Stoßfängersensor 61A und 61B erzeugte Signale in jeweilige Deformationsgeschwindigkeiten um, wobei die beiden Deformationsgeschwindigkeiten addiert werden und, falls die Ergebnisse dieser Addition einen ersten vorgegebenen Schwellenwert überschreiten, in jeweilige Deformationsgrößen umgewandelt werden, die wiederum addiert werden, so dass, wenn die Ergebnisse dieser Addition einen zweiten vorgegebenen Schwellenwert überschreiten, eine Steuerung der Betätigungsorgane dahingehend erfolgt, dass diese das hintere Ende der Motorhaube hochklappen.

[0046] Das Steuergerät 70 ist aus einem ersten Deformationsgeschwindigkeits-Detektor 71A gebildet, der den von dem ersten Stoßfängersensor 61A erfassten Beschleunigungsgrad in eine Beschleunigungsgeschwindigkeit umwandelt, einem zweiten Deformationsgeschwindigkeits-Detektor 71B, der den von dem zweiten Stoßfängersensor 61B erfassten Beschleunigungsgrad in eine zweite Deformationsgeschwindigkeit umwandelt, einer ersten Additionseinrichtung 72A, die die mit Hilfe des ersten und des zweiten Deformationsgeschwindigkeits-Detektors 71A und 71B umgewandelten Deformationsgeschwindigkeiten zu einer aufsummierten Deformationsgeschwindigkeit addiert, einem ersten Vergleicher 73A, der die aufsummierte Deformationsgeschwindigkeit mit dem ersten vorgegebenen Schwellenwert  $Vth2$  vergleicht, einem Haltezeitschalter 74, der die aufsummierte Deformationsgeschwindigkeit über ein gegebenes Zeitintervall hält, wenn die mit Hilfe des ersten Vergleichers 73A verglichene aufsummierte Deformationsgeschwindigkeit den Schwellenwert  $Vth2$  überschreitet, einem ersten Deformationsgrößen-Detektor 75A, der die mit Hilfe des ersten Deformationsgeschwindigkeits-Detek-

tors 71A umgewandelte Deformationsgeschwindigkeit umwandelt, einem zweiten Deformationsgrößen-Detektor 75B, der die mit Hilfe des zweiten Deformationsgeschwindigkeits-Detektors 71B umgewandelte Deformationsgeschwindigkeit umwandelt, einer zweiten Additionseinrichtung 72B, die die mit Hilfe des ersten und des zweiten Deformationsgrößen-Detektors 75A und 75B umgewandelten inkrementalen Deformationsgrößen zu Ergebnissen der aufsummierten Deformationsgrößen addiert, einem zweiten Vergleicher 73B, der die Ergebnisse der aufsummierten Deformationsgrößen mit dem zweiten vorgegebenen Schwellenwert  $Sth$  vergleicht, und einem Betätigungs diskriminat or 76, der die Betätigungsorgane 40, 40 aktiviert, wenn die vorgenannte aufsummierte Deformationsgeschwindigkeit den ersten Schwellenwert  $Vth$  übersteigt und wenn die vorgenannten Ergebnisse der aufsummierten Deformationsgrößen den zweiten Schwellenwert  $Sth$  überschreiten.

[0047] Wie in der ersten bevorzugten Ausführungsform können der erste und der zweite Stoßfängersensor 61A, 61B vorzugsweise einen Beschleunigungssensor zur Erfassung des Beschleunigungsgrads aufweisen. Der Haltezeitschalter 74 dient dazu, die Deformationsgeschwindigkeit für das gegebene Zeitintervall zu halten, weil der Moment, in dem das Deformationsgrößenergebnis den Maximalwert erreicht, gegenüber dem Moment, in dem die Deformationsgeschwindigkeit den Maximalwert erreicht, verzögert ist.

[0048] Daher ist in dieser zweiten Ausführungsform eine genaue Unterscheidung hinsichtlich des Objekts  $O$  möglich, wenn das Objekt  $O$  (siehe Fig. 2) in einem zwischen dem ersten und dem zweiten Stoßfängersensor 61A und 61B liegenden Bereich mit dem vorderen Stoßfänger kollidiert, da der Betätigungs diskriminat or 76 zur Unterscheidung auf der Basis der aufsummierten Deformationsgeschwindigkeit dient, die mit Hilfe des ersten Vergleichers 73A verglichen wird, und auf der Basis des Ergebnisses der aufsummierten Deformationsgröße, die mit Hilfe des zweiten Vergleichers 73B verglichen wird. Das heißt, dass mit lediglich zwei vorhandenen Stoßfängersensoren die Unterscheidungsgenauigkeit hinsichtlich des Objekts  $O$  verbessert werden kann.

[0049] Nunmehr wird die Grundoperationsfolge des Steuergeräts 70 der in Fig. 8 gezeigten zweiten Ausführungsform unter Bezugnahme auf das Flussdiagramm in Fig. 9 im Detail beschrieben.

ST 200: Der erste Stoßfängersensor 61A liest den Beschleunigungsgrad des vorderen Stoßfängers 12 aus.

ST 201: Der erste Deformationsgeschwindigkeits-Detektor 71A berechnet die erste Deformationsgeschwindigkeit  $V21$  aus dem Beschleunigungsgrad.

ST 202: Der erste Deformationsgrößen-Detektor 75A berechnet das erste Deformationsgrößenergebnis  $S1$  aus der ersten Deformationsgeschwindigkeit  $V21$ .

ST 203: Der zweite Stoßfängersensor 61B liest den Beschleunigungsgrad des vorderen Stoßfängers 12 aus.

ST 204: Der zweite Deformationsgeschwindigkeits-Detektor 71B berechnet die zweite Deformationsgeschwindigkeit  $V22$  aus dem Beschleunigungsgrad.

ST 205: Der zweite Deformationsgrößen-Detektor 75B berechnet das zweite Deformationsgrößenergebnis  $S2$  aus der zweiten Deformationsgeschwindigkeit.

ST 206: Die erste Additionseinrichtung 72A addiert die erste und die zweite Deformationsgeschwindigkeit  $V21$  und  $V22$  und berechnet dadurch die aufsummierte Deformationsgeschwindigkeit  $V2$ . Die zweite Additionseinrichtung 72B addiert das erste Deformationsgrößenergebnis  $S1$  und das zweite Deformationsgrößenergebnis  $S2$  und berechnet dadurch das Ergebnis  $Sz$  der aufsummierten Deformationsgrößen.

ST 207: Der erste Vergleicher 73A unterscheidet, ob die auf-

summierte Deformationsgeschwindigkeit V2 über oder unter dem ersten Schwellenwert Vth liegt. Wenn "JA", folgt Schritt ST 208, wenn "NEIN", kehrt das Programm zum Anfangsschritt zurück.

ST 208: Wenn die aufsummierte Deformationsgeschwindigkeit V2 den ersten Schwellenwert Vth überschreitet, betätigt das Steuergerät den Haltezeitschalter 74, so dass dieser die aufsummierte Deformationsgeschwindigkeit V2 für das gegebene Zeitintervall hält.

ST 209: Der zweite Vergleicher 73B unterscheidet, ob das Ergebnis der aufsummierten Deformationsgröße über oder unter dem Schwellenwert Sth liegt. Wenn "JA", folgt Schritt ST 210, wenn "NEIN" kehrt das Programm zurück zu dem Anfangsschritt.

ST 210: Der Betätigungsdiskriminatior 76 gibt ein Betätigungssignal aus, durch welches die Betätigungsorgane 40, 40 aktiviert werden.

[0050] Die Fig. 10A und 10B sind Kennlinien zur Darstellung des Deformationsgrößenergebnisses für den vorderen Stoßfänger im Verhältnis zu dem Zeitintervall während der Kollision des Objekts O (siehe Fig. 2). Wie bereits an früherer Stelle unter Bezugnahme auf Fig. 5 erwähnt, verringert sich die Deformationsgröße linear mit der zunehmenden Entfernung zwischen der Aufprallposition des Objekts O (siehe Fig. 2) und den Stoßfängersensoren 61A, 61B.

[0051] Die Kennlinie von Fig. 10A verdeutlicht die Variation der Deformationsgröße im Verhältnis zu dem Zeitintervall in einem Fall, in dem man das Objekt O in einem Bereich zwischen dem ersten und dem zweiten Stoßfängersensor 61A, 61B nahe dem ersten Stoßfängersensor 61A mit dem vorderen Stoßfänger kollidieren lässt. Gemäß dieser Kennlinie behält das Ergebnis der Erfassung durch den ersten Stoßfängersensor 61A einen hohen Wert, und das Ergebnis der Erfassung durch den zweiten Stoßfängersensor 61B behält einen niedrigen Wert.

[0052] Die Kennlinie von Fig. 10B verdeutlicht die Deformationsgröße im Verhältnis zu dem Zeitintervall in einem Fall, in dem man das Objekt O in einem im wesentlichen zentralen Bereich zwischen dem ersten und dem zweiten Stoßfängersensor 61A und 61B mit dem vorderen Stoßfänger kollidieren lässt. Gemäß dieser Kennlinie bleiben die von dem ersten und von dem zweiten Stoßfängersensor 61A und 61B erfassten Ergebnisse im wesentlichen auf einem mittleren Niveau.

[0053] Der Vergleich zwischen den Fig. 10A und 10B lässt erkennen, dass die Ergebnisse Sz der aufsummierten Deformationsgröße im wesentlichen den gleichen inkrementierten Wert besitzen, und die Addition der ersten Deformationsgröße S1 und der zweiten Deformationsgröße S2 ermöglicht, dass das Ergebnis der aufsummierten Deformationsgröße ungeachtet der Aufprallposition des Objekts eine im wesentlichen konstante Höhe aufweist, vorausgesetzt die Aufprallposition bleibt zwischen dem ersten und dem zweiten Stoßfängersensor 61A und 61B, wodurch eine Verbesserung der Unterscheidungsleistung hinsichtlich des Objekts O ermöglicht wird.

[0054] Zwar wurde die Erfindung in der ersten bevorzugten Ausführungsform mit drei vorhandenen Sensoren, nämlich dem ersten bis dritten Stoßfängersensor 21A bis 21C beschrieben, wie in Fig. 3 gezeigt, doch ist die Erfindung nicht auf diese Ausführungsform beschränkt, sondern kann dahingehend modifiziert werden, dass gewünschtenfalls zwei Sensoren oder mehr als vier Sensoren vorgesehen sind, wobei sich die Anzahl der Additionseinrichtungen und der Vergleicher entsprechend verringert oder erhöht.

[0055] Die zweite bevorzugte Ausführungsform der Erfindung wurde mit zwei vorhandenen Sensoren beschrieben, nämlich dem ersten und dem zweiten Stoßfängersensor 61A

und 61B, wie in Fig. 8 gezeigt. Auch für diesen Fall gilt keine Einschränkung, d. h. die Anzahl an Sensoren kann ebenso erhöht werden.

[0056] In der in den Fig. 3 bis 8 dargestellten ersten und zweiten bevorzugten Ausführungsform mit den drei vorgeesehenen Stoßfängersensoren 21A bis 21C sind der erste und der zweite Stoßfängersensor 61A und 61B Beschleunigungssensoren, die den Beschleunigungsgrad erfassen. Jedoch ist die Erfindung nicht auf diese Ausführung beschränkt, sondern erlaubt in einer Abwandlung die geeignete Kombination eines Sensors für die direkte Erfassung der Deformationsgeschwindigkeit mit einem Sensor für die Erfassung der Deformationsgröße.

[0057] Wie die Fig. 3 bis 8 zeigen, sind die erste und die zweite Ausführungsform als ein Fahrzeugsensorsystem beschrieben, das für die Motorhaube eines Fahrzeugs Anwendung findet. Auch darauf ist die Erfindung nicht beschränkt. Das Fahrzeugsensorsystem kann ebenso in Form einer Aufpralldämpfungsvorrichtung vorgesehen sein, die zum Schutz eines Objekts zum Beispiel die Entfaltung eines Airbag, wie z. B. der Motorhauben-Airbag 80 in Fig. 11, ermöglicht.

[0058] Ein Fahrzeugsensorsystem (20) gemäß vorliegender Erfindung umfasst eine Vielzahl von Stoßfängersensoren (21A bis 21C), die voneinander beabstandet in Breitrichtung eines Fahrzeugs an seinem vorderen Stoßfänger (12) montiert sind, ein Steuergerät (30) zum Steuern des Betriebs von zwei Betätigungsorganen (40) zum Hochklappen des hinteren Endes einer Motorhaube (13) in Abhängigkeit von Ausgangssignalen der Stoßfängersensoren. Das Steuergerät wandelt von den jeweiligen Stoßfängersensoren erfasste Beschleunigungswerte in Deformationsgeschwindigkeiten um, wobei die den einander benachbarten Sensoren zugeordneten Deformationsgeschwindigkeiten addiert werden. Übersteigt eine aufsummierte Deformationsgeschwindigkeit einen vorgegebenen Schwellenwert, werden die Betätigungsorgane von dem Steuergerät aktiviert.

#### Patentansprüche

1. Ein Fahrzeugsensorsystem, das auf die Kollision eines Objekts (O)

mit dem vorderen Stoßfänger (12) eines Fahrzeugs (10) darart reagiert, dass entweder das Hochklappen des hinteren Endes der Motorhaube (13) des Fahrzeugs oder die Entfaltung eines in der Nähe der Motorhaube vorgesehenen Motorhauben-Airbag (80) initiiert wird, wobei dieses Sensorsystem

eine Vielzahl von Stoßfängersensoren (21A bis 21C, 61A, 61B) umfasst, die in voneinander beabstandeten Positionen in Richtung der Breite des Fahrzeugs an dem vorderen Stoßfänger montiert sind; und ein Steuergerät (30, 70), das die von den jeweiligen Stoßfängersensoren erfassten Signale in Deformationsgeschwindigkeiten umwandelt, wobei die einander benachbarten Stoßfängersensoren zugeordneten Deformationsgeschwindigkeiten addiert werden, um eine Steuerung dahingehend zu bewirken, dass entweder das hintere Ende der Motorhaube hochgeklappt wird oder ein Motorhauben-Airbag ausgelöst wird, wenn das Additionsergebnis einen vorgegebenen Schwellenwert übersteigt.

2. Sensorsystem nach Anspruch 1, bei welchem das Steuergerät (30)

einen ersten Deformationsgeschwindigkeits-Detektor (31A) zur Umwandlung eines von einem in Richtung der Breite des Fahrzeugs auf einer Seite des vorderen Stoßfängers (12) montierten ersten Stoßfängersensor

(21A) erfassen Signals in eine erste Deformationsgeschwindigkeit aufweist; einen zweiten Deformationsgeschwindigkeits-Detektor (31B) zur Umwandlung eines Signals, das von einem im wesentlichen in einem zentralen Bereich des vorderen Stoßfängers montierten zweiten Stoßfängersensor (21B) erfasst wird, in eine zweite Deformationsgeschwindigkeit; einen dritten Deformationsgeschwindigkeits-Detektor (31C) zur Umwandlung des Signals, das von einem in Richtung der Breite des Fahrzeugs auf der anderen Seite des vorderen Stoßfängers (12) montierten dritten Stoßfängersensor (21C) erfasst wird, in eine dritte Deformationsgeschwindigkeit; eine erste Additionseinrichtung (32A) zum Addieren der von dem ersten und von dem zweiten Deformationsgeschwindigkeits-Detektor jeweils ermittelten ersten und zweiten Deformationsgeschwindigkeit; eine zweite Additionseinrichtung (32B) zum Addieren der von dem zweiten und von dem dritten Deformationsgeschwindigkeits-Detektor jeweils ermittelten zweiten und dritten Deformationsgeschwindigkeit; einen ersten Vergleicher (33A) für den Vergleich der von der ersten Additionseinrichtung ersten aufsummierten Deformationsgeschwindigkeit mit einem vorgegebenen Schwellenwert (Vth); einen zweiten Vergleicher (33B) für den Vergleich der von der zweiten Additionseinrichtung zweiten aufsummierten Deformationsgeschwindigkeit mit dem vorgegebenen Schwellenwert (Vth); und einen Betätigungsdiskriminat (34), der entweder das Hochklappen des hinteren Endes der Motorhaube oder die Entfaltung des Motorhauben-Airbag initiiert, wenn eine der beiden Deformationsgeschwindigkeiten, die mittels des ersten und des zweiten Vergleichers verglichen werden, den vorgegebenen Schwellenwert übersteigt.

3. Sensorsystem nach Anspruch 1, bei welchem das Steuergerät (70) eine Steuerung dahingehend bewirkt, dass entweder das Hochklappen des hinteren Endes der Motorhaube oder die Entfaltung des Motorhauben-Airbag initiiert wird, wenn die von den jeweiligen Stoßfängersensoren (61A, 61B) erfassten Signale in Deformationsgeschwindigkeiten umgewandelt werden und die den einander benachbarten Stoßfängersensoren zugeordneten Deformationsgeschwindigkeiten addiert werden und das Ergebnis dieser Addition den vorgegebenen ersten Schwellenwert (Vth) übersteigt und wenn die jeweiligen Deformationsgeschwindigkeiten in jeweilige Deformationsgrößen umgewandelt werden und die beiden Deformationsgrößen addiert werden und das Ergebnis dieser Addition den vorgegebenen zweiten Schwellenwert (Sth) übersteigt.

4. Sensorsystem nach Anspruch 3, bei welchem das Steuergerät (70)

einen ersten Deformationsgeschwindigkeits-Detektor (71A) aufweist zur Umwandlung des Signals, das von einem in Richtung der Breite des vorderen Stoßfängers (12) auf dessen einer Seite montierten ersten Stoßfängersensor (61A) erfasst wird, in eine erste Deformationsgeschwindigkeit;

einen zweiten Deformationsgeschwindigkeits-Detektor (71B) zur Umwandlung des Signals, das von einem auf der anderen Seite des vorderen Stoßfängers montierten zweiten Stoßfängersensor (61B) erfasst wird, in eine zweite Deformationsgeschwindigkeit;

eine erste Additionseinrichtung (72A) zum Addieren der von dem ersten und von dem zweiten Deformati-

onsgeschwindigkeits-Detektor jeweils erfassten ersten und zweiten Deformationsgeschwindigkeit; einen ersten Vergleicher (73A) für den Vergleich der von der ersten Additionseinrichtung ersten aufsummierten Deformationsgeschwindigkeit mit einem vorgegebenen ersten Schwellenwert (Vth); einen ersten Deformationsgrößen-Detektor (75A) zur Umwandlung einer mit Hilfe des ersten Deformationsgeschwindigkeits-Detektors umgewandelten ersten Deformationsgeschwindigkeit in eine erste Deformationsgröße; einen zweiten Deformationsgrößen-Detektor (75B) zur Umwandlung einer mit Hilfe des zweiten Deformationsgeschwindigkeits-Detektors umgewandelten zweiten Deformationsgeschwindigkeit in eine zweite Deformationsgröße; eine zweite Additionseinrichtung (72B) zum Addieren der mit Hilfe des ersten und des zweiten Deformationsgrößen-Detektors jeweils umgewandelten ersten und zweiten Deformationsgröße; einen zweiten Vergleicher (73B) für den Vergleich einer mit Hilfe der zweiten Additionseinrichtung aufsummierten Deformationsgröße mit einem vorgegebenen zweiten Schwellenwert (Sth); und einen Betätigungsdiskriminat (76), der entweder das Hochklappen des hinteren Endes der Motorhaube oder die Entfaltung des Motorhauben-Airbag initiiert, wenn die mit Hilfe des ersten Vergleichers verglichene aufsummierte Deformationsgeschwindigkeit den ersten Schwellenwert überschreitet und wenn die mit Hilfe des zweiten Vergleichers verglichene aufsummierte Deformationsgröße den zweiten Schwellenwert übersteigt.

---

Hierzu 11 Seite(n) Zeichnungen

---

FIG. 1

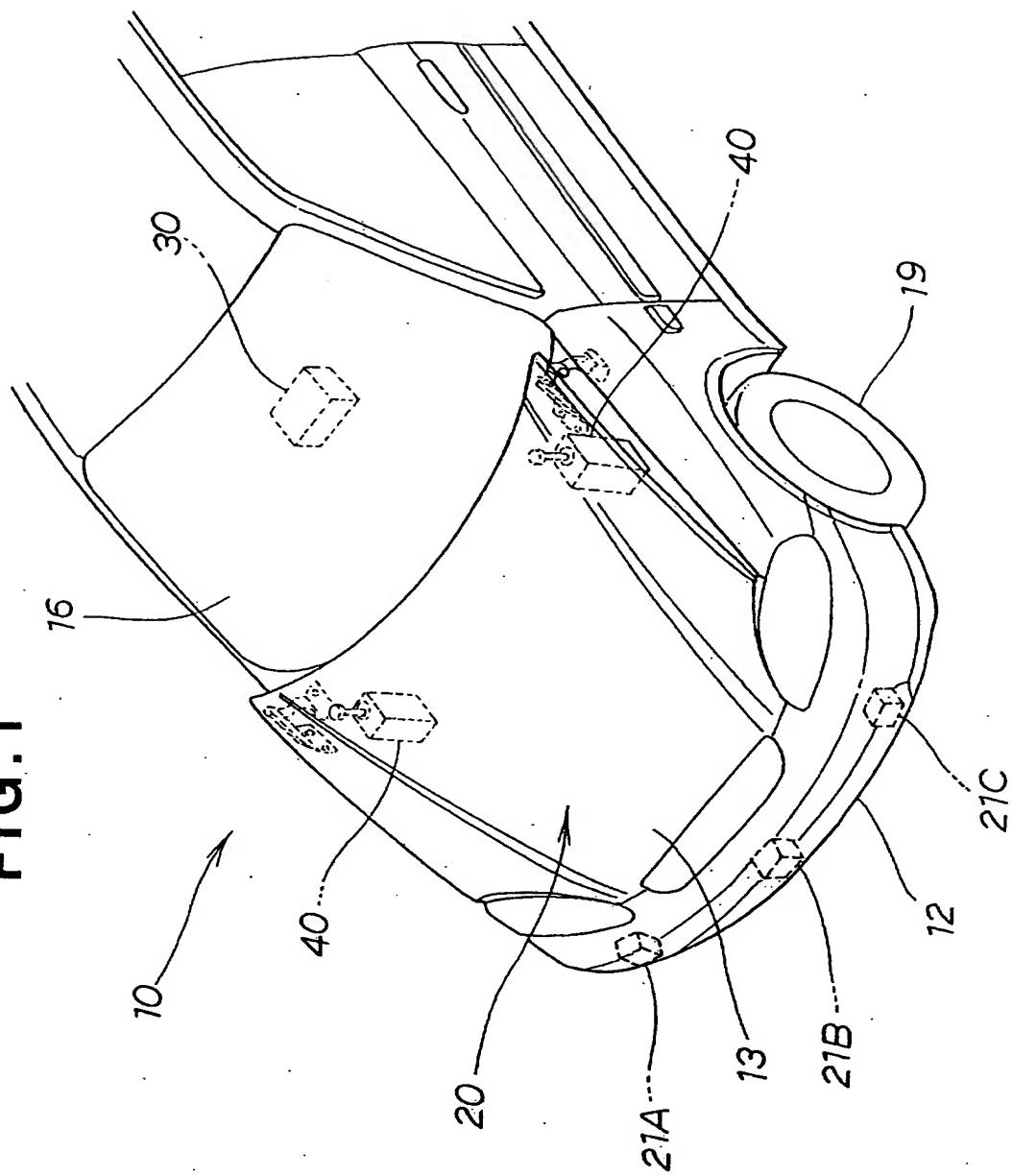


FIG. 2

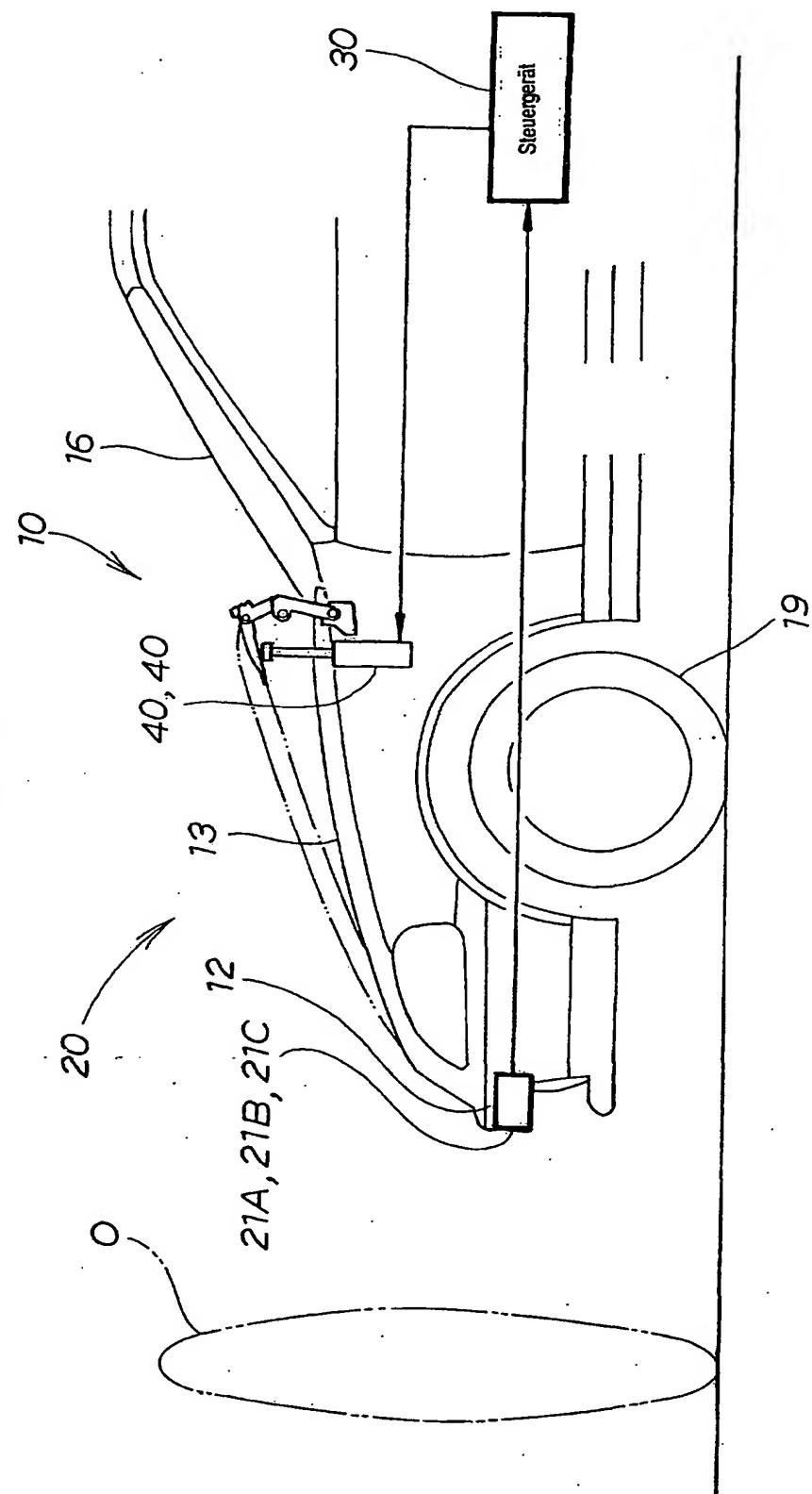


FIG. 3

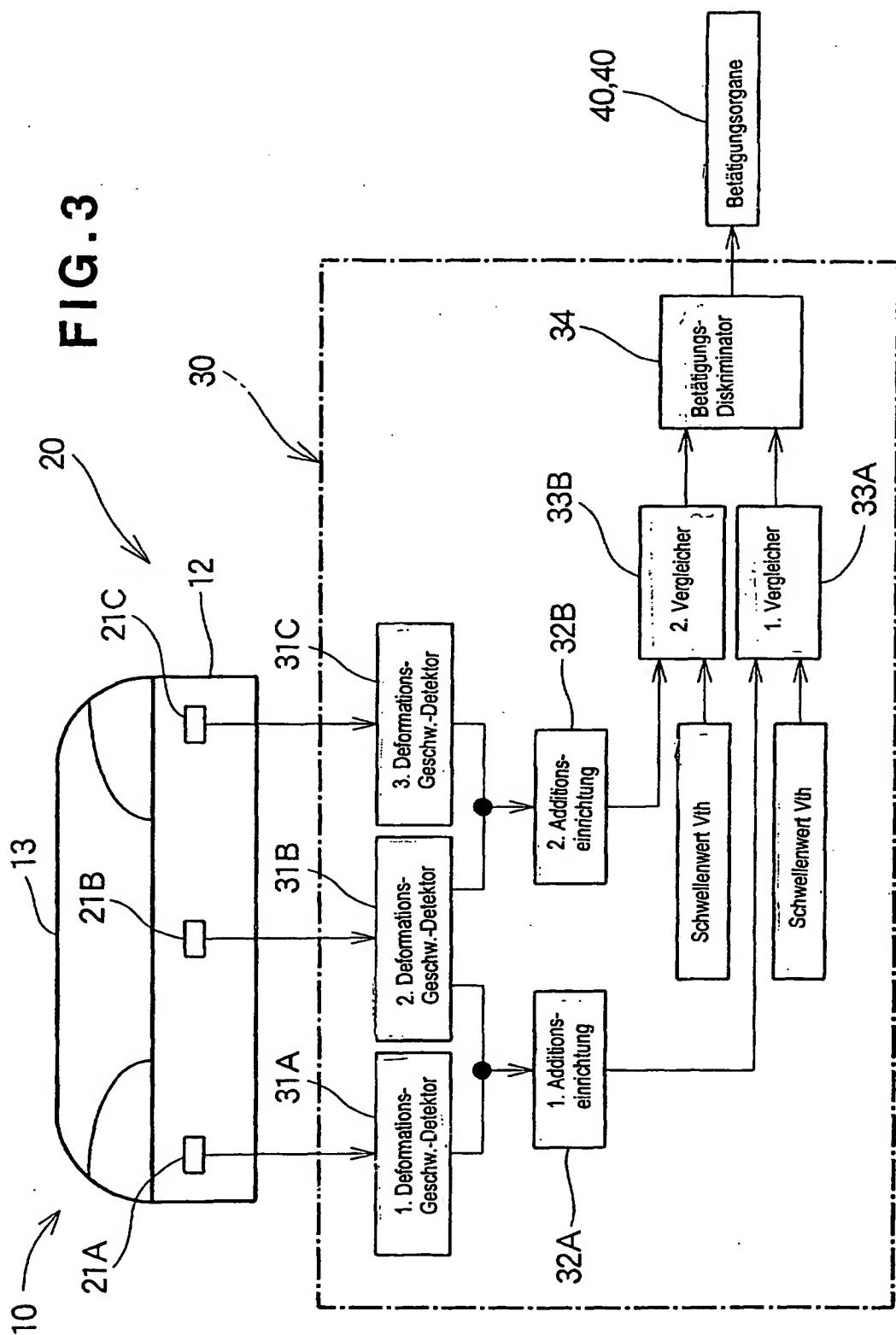
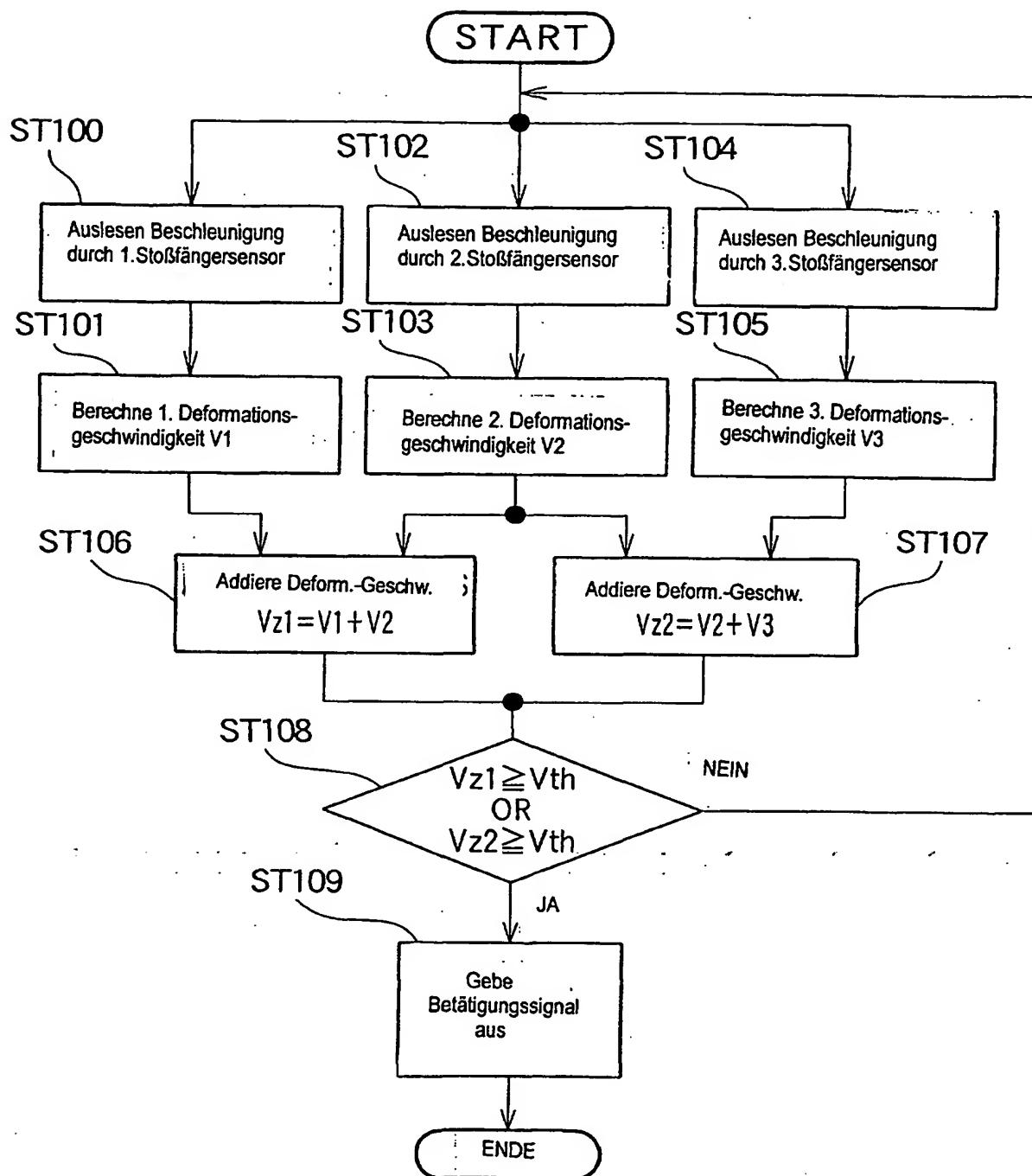
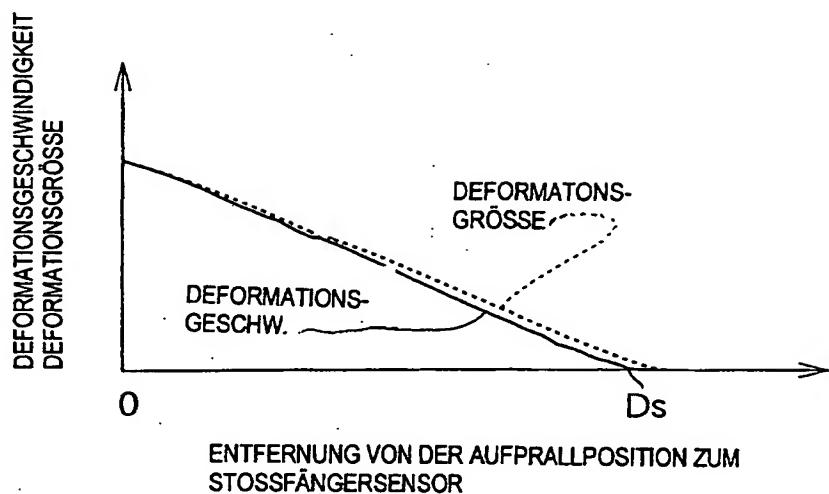
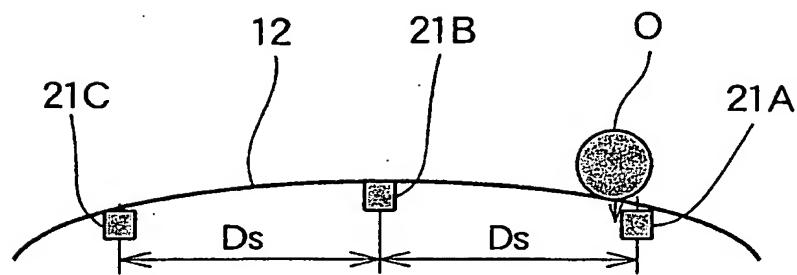
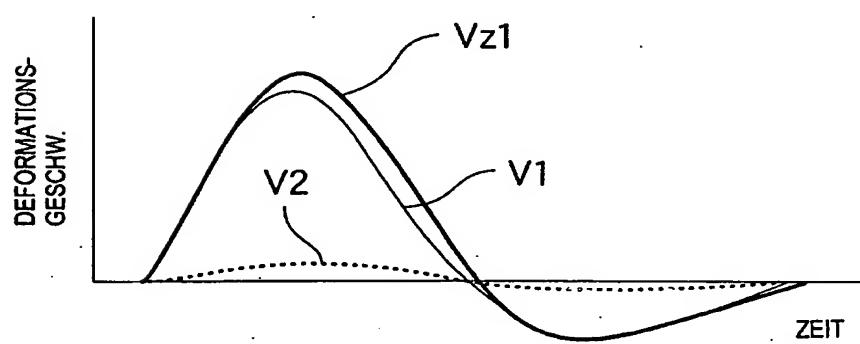


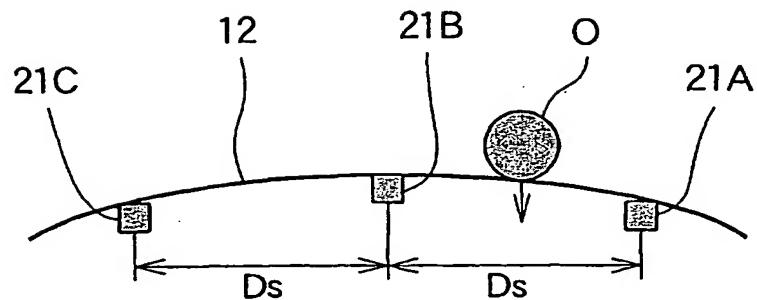
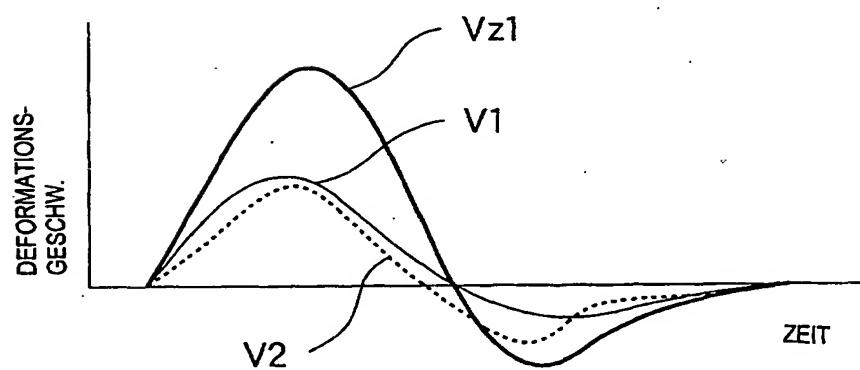
FIG. 4



## FIG. 5



**FIG. 6A****FIG. 6B**

**FIG. 7A****FIG. 7B**

## FIG. 8

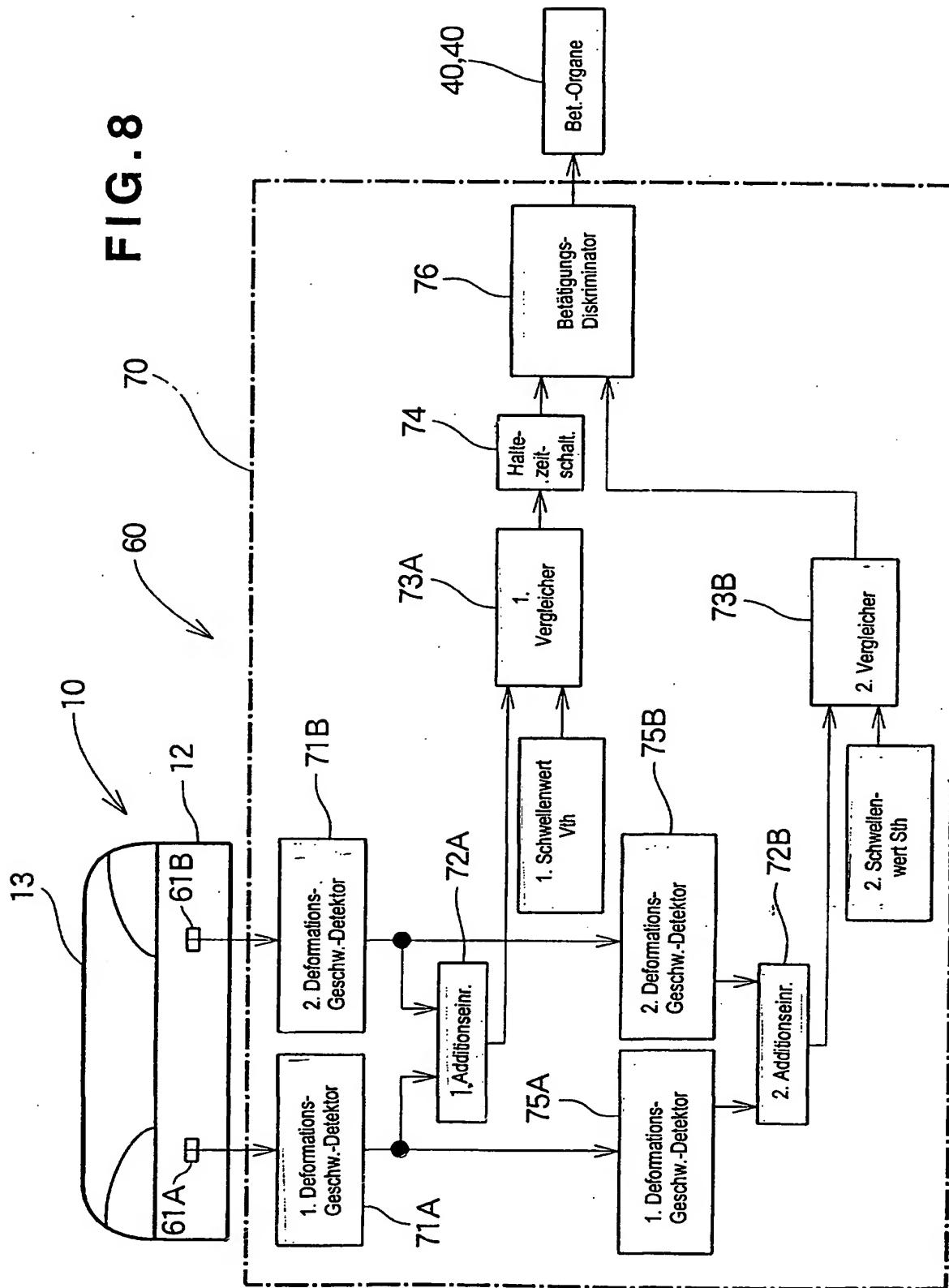
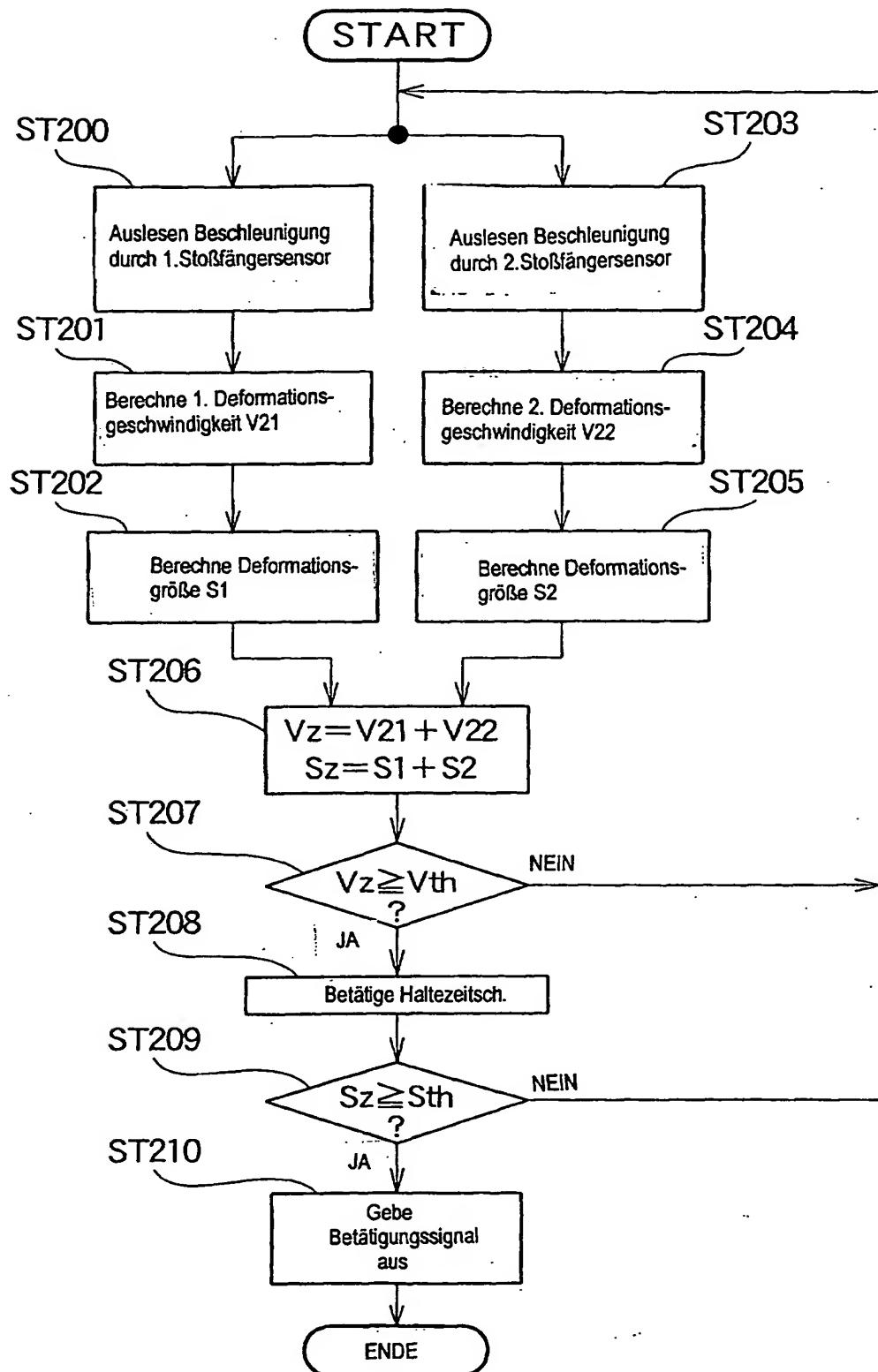
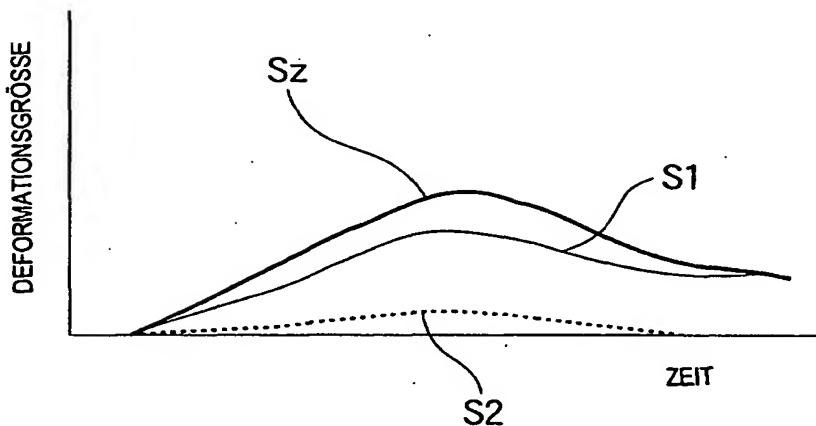
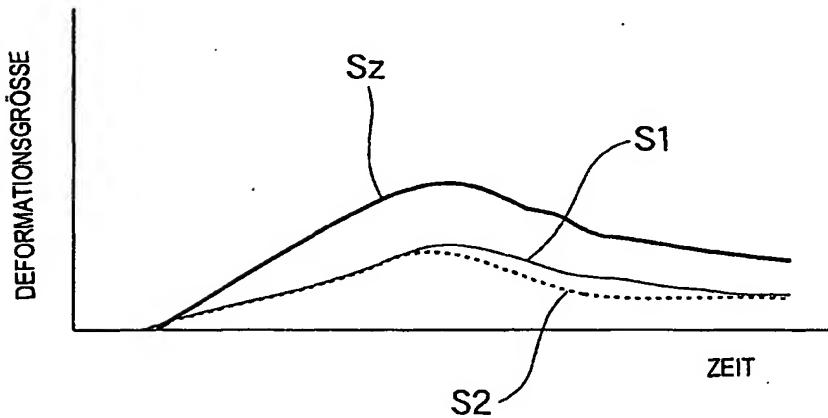


FIG. 9



**FIG. 10A****FIG. 10B**

## FIG. 11

